

氏 名	Khaing Win Phyu		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	工 学		
学位授与番号	博甲第	5 8 2 3	号
学位授与の日付	平成30年 9月27日		
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	Photo-model-based Cloth Recognition/Handling and Application to Visual Servoing (フォトモデルベース法を用いた衣服認識およびハンドリングとビジュアルサーボへの応用)		
論文審査委員	教授 見浪 護	教授 神田 岳文	准教授 松野 隆幸
学位論文内容の要旨			
<p>An automatic recognition, estimation and handling cloth with a robot has been widely used in the garment industry. However, it is difficult for robots to handle deformable objects such as cloth, string, etc., especially if an object is unique. The deformable character of cloths seems a main hindrance for automatic handling the cloths by robots. The poses (positions and orientations) of the deformable cloths have varieties, and then it should be recognized and handled automatically, requiring abilities with respect to both vision-based recognition and visual servoing. Additionally, there have been difficulties for robot with cameras to accurately detect and handle objects under various light environments. This dissertation proposes a cloth handling system that recognizes a unique cloth appeared in front of a robot, that is a photo-model-based approach. The photo-model-based approach has been adopted since the photo-model can be made at once by taking a photo of the unique cloth. In proposed cloths' pose estimation method that utilizes stereo-vision, a photo-model projected from 3D to 2D is used where this system does not need defining the object's size, shape, color, pattern, and design. It detects and estimates its pose of the cloth through model-based matching method and Genetic Algorithm (GA). The handling performance by the proposed method with stereo-vision cameras has been verified, revealing that the proposed system has leeway to recognize and handle the unique cloth in lighting varieties from 100 (lx) to 1300 (lx) under different light sources such as the fluorescent light and the light emitting diode (LED) light.</p> <p>The proposed system is summarized as follows:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) The new recognition method using a photo-model of each cloth that can recognize the target objects (cloths) with different sizes, shapes, colors, patterns, and designs has been proposed. (2) The cloth handling robot constructed by current mechatronics technology cannot discern an identity of the target cloth. A unique cloth may be recognized by barcode if attached at the cloth, but the photo-model-based whole cloth recognition is indispensable for non-erroneous identification of the unique cloth. Of course the photo-model-based recognition may be combined with barcode for enhanced reliability. (3) The illumination tolerance of the proposed system against different light environment varieties was verified experimentally, revealing that the system is robust about the deformation of cloths and also light condition varieties. <p>The ingenuities of this photo-model-based approach developed for dealing with cloth identifying/handling have been confirmed to be practical in the real world.</p>			

論文審査結果の要旨

日本では現在少子高齢化が進んでおり、労働人口の減少が社会問題となっている。この影響や生産性向上の観点から、これまでロボット化が難しいと考えられていた人手作業のロボット化のニーズが高まっている。特に中古衣料の通信販売では、単品対象物を間違いなく特定し指定の住所に郵送するというタスクを確実に実行しなければならず、ロボット化が難しいとされてきた。

ここで問題となるのは、単品対象物が指定された衣服であることの確認をいかに行うかである。つまりロボットがハンドリングしている衣服が真に郵送すべき衣服であるかどうかの判定である。この問題を解決するため、指定衣服の写真モデルを用い対象衣料の真実性(Authenticity)を相関値により判定し、その衣服の3次元位置・姿勢を計測しロボットが郵送用の段ボール箱に格納することができるステレオビジョンを用いたハンドリングシステムを開発した。ステレオビジョンは、カメラ間の画像の差(視差)を対象物の相対的位置・姿勢計測に用いることができるためカメラ視線方向の位置認識精度が良くなる。対象衣料の真実性の判定とともにその位置・姿勢測定を同時に行うロボットシステムを構築し、その実用性を繰り返し認識実験と繰り返し箱詰め実験によって確認した。

さらに写真モデルに基づく動画認識を用いた実時間ビジュアルサーボ制御系を構築した。このシステムは写真モデルで指定された対象物、例えば動物をビジュアルサーボにより追跡することができる。この機能の実用性を確認するため、カニや魚などの立体モデルを回転テーブルに載せてビジュアルサーボにより追跡する実験を行った。その結果、(1)写真モデルで指定された動物の設定空間内での探索と位置・姿勢の同時計測を自動で行えること、(2)計測結果に基づいてステレオビジョンを搭載したロボットハンドの位置・姿勢を目標値に維持するビジュアルサーボ機能を実現したこと、(3)指定された写真モデル以外の対象物(新種の動物と想定される)を探し続け、最終的に捕獲する新しいロボットの機能の基礎技術となり得ること、を実験により確認した。

以上、本研究は写真モデルに基づく新しい3次元ビジュアルサーボシステムを提案し、実用上の有効性を示しており学術的・実用的意義が高く、博士(工学)の学位に値するものと認められる。